

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2002109446 A

(43) Date of publication of application: 12.04.02

(51) Int. Cl

G06F 19/00

G06F 17/50

// H01L 29/00

(21) Application number: 2000300738

(71) Applicant: TOSHIBA CORP

(22) Date of filing: 29.09.00

(72) Inventor: MATSUZAWA KAZUYA

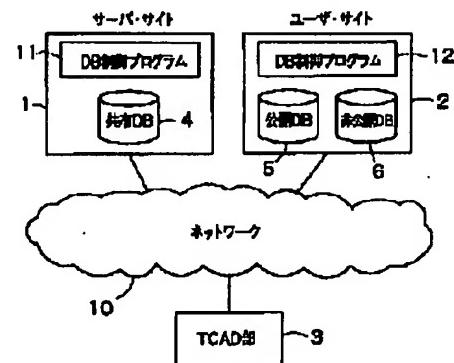
(54) SIMULATION METHOD, SIMULATION SYSTEM  
AND STORAGE MEDIUM WHICH STORES  
SIMULATION PROGRAM

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To automate the selection of simulation parameter which is indispensable to engineering design and simultaneously realize improved cohesion of simulation.

SOLUTION: This simulation system connects server site 1, user site 2 and TCAD unit 3 through network 10. A control factor list, which is generated by sensitivity analysis in accordance with target value, is registered in database, at least a part of the control factor list is released, and the released control factor list is used as a control factor for stabilized calculation to simulate. Simulation which is executed by reference to the control factor list obtained by the past simulations, thus enhances probability to gain the solution of cohesion to the simulation, and is able to support for carrying out the new product launches efficiently.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-109446

(P2002-109446A)

(43)公開日 平成14年4月12日(2002.4.12)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコト <sup>*</sup> (参考)
G 06 F 19/00 17/50	1 1 0 6 6 2	G 06 F 19/00 17/50	1 1 0 5 B 0 4 6 6 6 2 G 5 B 0 4 9 6 6 2 D
// H 01 L 29/00		H 01 L 29/00	

審査請求 未請求 請求項の数10 O.L (全 8 頁)

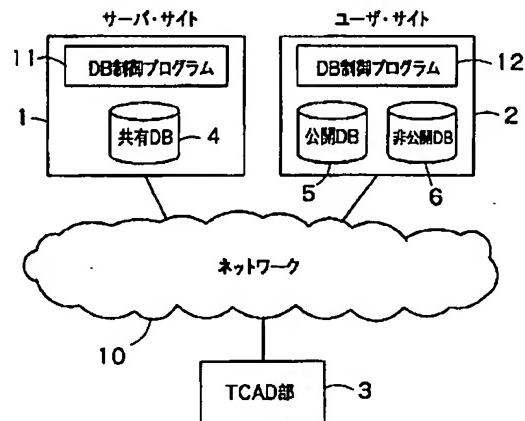
(21)出願番号	特願2000-300738(P2000-300738)	(71)出願人	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22)出願日	平成12年9月29日(2000.9.29)	(72)発明者	松澤一也 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内
		(74)代理人	100064285 弁理士 佐藤一雄 (外3名) Fターム(参考) 5B046 AA08 CA06 JA04 KA05 5B049 BB07 CC32 CC36 DD05 EE05 EE41 FF09 GG04 GG07

(54)【発明の名称】 シミュレーション方法、シミュレーション・システムおよびシミュレーション・プログラムを記

(57)【要約】 録した記録媒体

【課題】 設計に不可欠なシミュレーション・パラメータの選択を自動化し、同時にシミュレーションの収束性向上を達成できる。

【解決手段】 本シミュレーション・システムは、サーバサイト1と、ユーザサイト2と、TCAD部3とをネットワーク10を介して接続したものである。目標値に対する感度解析で生成した制御因子リストをデータベースに登録し、データベースに登録された制御因子リストの少なくとも一部を公表し、公表された制御因子リストを計算安定化のための制動因子として用いてシミュレーションを行う。過去のシミュレーションによって得られた制御因子リストを参照してシミュレーションを行うため、シミュレーションの収束解が得られる確度が高まり、仮想試作等を前提とした設計や不良解析を効率化でき、製品の早期市場投入を効果的に支援することができる。



### 【特許請求の範囲】

【請求項1】目標値に対する感度解析で生成した制御因子リストをデータベースに登録するステップと、前記データベースに登録された制御因子リストの少なくとも一部を公表するステップと、前記公表された制御因子リストを計算安定化のための制動因子として用いてシミュレーションを行うステップと、を備えることを特徴とするシミュレーション方法。

【請求項2】シミュレーション・モデルごとにシミュレーションを行った結果に基づいて、目標値に対する第1の感度解析を行う第1のステップと、前記第1の感度解析の結果に基づいて、感度強度が最大のシミュレーション・モデルを抽出する第2のステップと、前記抽出された感度強度が最大のシミュレーション・モデルを構成する全パラメータを微小変動させてシミュレーションを行い、その結果に基づいて第2の感度解析を行う第3のステップと、前記第2の感度解析の結果に基づいて、感度強度が最大のパラメータを抽出し、抽出されたパラメータを制御因子リストに追加する第4のステップと、感度強度が最大のシミュレーション・モデルの感度強度から、前記抽出された感度強度が最大のパラメータの感度強度を除去する第5のステップと、感度強度が最大のパラメータを除去した状態で、感度強度が最大のシミュレーション・モデルを抽出し直す第6のステップと、を備え、予め指定された個数の制御因子が抽出されるまで、前記第3～第6のステップを順次繰り返すことを特徴とするシミュレーション方法。

【請求項3】前記制御因子リストは、データベースに登録され、前記データベースに登録された制御因子リストを、他のシミュレーションにおける計算安定化のための制動因子として利用することを特徴とする請求項2に記載のシミュレーション方法。

【請求項4】シミュレーションに用いられる複数の制御因子からなる制御因子リストが登録されたデータベースを適宜参照してシミュレーションを行うシミュレーション方法であつて、シミュレーションで収束解が得られなかった場合に、前記データベースを参照し、シミュレーション・モデルを構成するパラメータのうち、シミュレーション結果に対する感度の最も大きいパラメータを制動因子として選択するステップと、前記選択された制動因子に、1より小さい制動係数を掛けて、再度シミュレーションを実行するステップと、再度収束解が得られなかった場合には、前記制動係数を所定の下限値に達するまで徐々に小さくしながらシミュレーションを繰り返すステップと、

収束解が得られた場合には、前記制動係数を1になるまで徐々に大きくしながらシミュレーションを繰り返すステップと、

前記制動係数が前記下限値に達しても収束解が得られなかった場合には、前記データベースを参照して、シミュレーション結果に対する感度が次に大きいパラメータを制動因子として選択するステップと、を備え、収束解が得られるまで、前記データベースを参照して感度の大きい順に制動因子を順に選択してシミュレーションを繰り返すことを特徴とするシミュレーション方法。

【請求項5】ネットワークを介してデータの送受を行う複数のサイト間で前記データベースを共有することを特徴とする請求項1、3および4のいずれかに記載のシミュレーション方法。

【請求項6】前記データベースは、共有データベース、公開データベースおよび非公開データベースの少なくとも3種類に分類され、

前記共有データベースは、すべてのサイトからの感度解析結果の登録と登録内容の参照とが可能であり、

前記公開データベースは、各サイト専用に設けられ、登録は専用サイトからのみ可能で、参照はすべてのサイトから可能であり、

前記非公開データベースは、各サイト専用に設けられ、登録も参照も専用サイトからのみ可能であることを特徴とする請求項5に記載のシミュレーション方法。

【請求項7】前記データベースに新たな制御因子を登録する際、前記共有データベース、前記公開データベースおよび前記非公開データベースの順に、登録料金を高く設定し、前記データベースを参照する際、前記非公開データベース、前記公開データベースおよび前記共有データベースの順に、参照料金を高く設定することを特徴とする請求項6に記載のシミュレーション方法。

【請求項8】前記データベースは、すべての制御因子リストの順位の全平均値と、各製品ごとの特性の制御因子リストの順位の平均値と、で分類され、

前記データベースを参照するステップは、シミュレーションが収束しない場合に、前記データベースの全平均を参照して、登録されたパラメータを感度の高い順に制動因子として参照するか、あるいは、特性に関するキーワードにより各製品ごとの特性に応じてパラメータを抽出して制動因子として参照することを特徴とする請求項4に記載のシミュレーション方法。

【請求項9】目標値に対する感度解析で生成した制御因子リストをデータベースに登録する登録部と、

前記データベースに登録された制御因子リストの少なくとも一部を公表する公表部と、前記公表された制御因子リストを計算安定化のための制動因子として用いてシミュレーションを行うシミュレーション部と、を備え、

前記登録部、前記公表部および前記シミュレーション部

は、ネットワークを介してデータの送受を行い、前記データベースを共有することを特徴とするシミュレーション・システム。

【請求項10】目標値に対する感度解析で生成した制御因子リストをデータベースに登録するステップと、前記データベースに登録された制御因子リストの少なくとも一部を公表するステップと、前記公表された制御因子リストを計算安定化のための制動因子として用いてシミュレーションを行うステップと、を実行するシミュレーション・プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体設計などに利用されるシミュレーション方法、シミュレーション・システムおよびシミュレーションプログラムを記録した記録媒体に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】大規模な集積回路を設計するためには、回路シミュレーションによる動作検証が欠かせなくなっている。正確な回路シミュレーションを実行するためには、回路を構成する個々のデバイスの回路シミュレーション・パラメータが適切に設定されている必要がある。

【0003】ここで、回路シミュレーション・パラメータとは、個々のデバイスの電気的特性を近似的に表現するモデル式中の調整用のパラメータのことであり、モデル式とは、個々のデバイスの電気的特性を回路シミュレーションで用いられる節点方程式に組み込めるように考案された近似式である。また、集積回路設計に耐えうる適切な回路シミュレーション・パラメータとは、個々のデバイスの電気的特性の測定値を再現できるように調整されているものである。

##### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、新しい集積回路を設計する場合、回路を構成するデバイスそのものは、まだ開発中で実際の電気的特性の測定値が手に入らないことが多い。なぜならば、集積回路を構成するのに適した個々のデバイスの構造と製造条件の決定に時間がかかるためである。

【0005】そこで、個々のデバイスについて最終的な製品に近いと思われるデバイス構造と製造条件で試作を行なう。その結果得られた電気的特性の実測値をデバイス・シミュレーションで再現できるようにデバイス・シミュレーション・パラメータを調整した上で、他の構造や製造条件の電気的特性をデバイス・シミュレーションによって予測する。そして、デバイス・シミュレーション結果を用いて、回路パラメータの抽出が行われる。しかしながら、電気的特性の実測値を再現するために、どのデバイス・シミュレーション・パラメータを調整するか

は、技術者の経験に依存することが多い。従って、技術者によって、デバイス・シミュレーション・パラメータの品質にばらつきが生じるという問題点がある。

【0006】集積回路設計の別の問題として、デバイス・シミュレーションの収束性がある。すなわち、デバイス・シミュレーションでは、支配方程式群とともに多くの複雑な物理モデルを合わせて反復計算によって解くため、収束解が得られない場合がある。その場合、シミュレーション技術者の経験に基づき、不安定な要素に制動因子を掛けるなどして、収束解を得ることになる。従って、誰が使っても確実に解が得られるシミュレーション・システムが望まれている。

【0007】本発明は、このような点に鑑みてなされたものであり、その目的は、設計に不可欠なシミュレーション・パラメータの選択を自動化し、同時にシミュレーションの収束性向上を達成するシミュレーション方法、シミュレーション・システムおよびシミュレーション・プログラムを記録した記録媒体を提供することにある。

##### 【0008】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために、本発明は、目標値に対する感度解析で生成した制御因子リストをデータベースに登録するステップと、前記データベースに登録された制御因子リストの少なくとも一部を公表するステップと、前記公表された制御因子リストを計算安定化のための制動因子として用いてシミュレーションを行うステップと、を備える。

【0009】本発明では、過去のシミュレーションにより得られた制御因子リストをデータベースに登録しておき、そのデータベースを有効に活用して新たなシミュレーションを行うため、収束解が得られる確度が高くなる。

【0010】また、本発明は、シミュレーション・モデルごとにシミュレーションを行った結果に基づいて、目標値に対する第1の感度解析を行う第1のステップと、前記第1の感度解析の結果に基づいて、感度強度が最大のシミュレーション・モデルを抽出する第2のステップと、前記抽出された感度強度が最大のシミュレーション・モデルを構成する全パラメータを微小変動させてシミュレーションを行い、その結果に基づいて第2の感度解析を行う第3のステップと、前記第2の感度解析の結果に基づいて、感度強度が最大のパラメータを抽出し、抽出されたパラメータを制御因子リストに追加する第4のステップと、感度強度が最大のシミュレーション・モデルの感度強度から、前記抽出された感度強度が最大のパラメータの感度強度を除去する第5のステップと、感度強度が最大のパラメータを除去した状態で、感度強度が最大のシミュレーション・モデルを抽出し直す第6のステップと、を備え、予め指定された個数の制御因子が抽出されるまで、前記第3～第6のステップを順次繰り返す。

【0011】また、本発明は、シミュレーションに用いられる複数の制御因子からなる制御因子リストが登録されたデータベースを適宜参照してシミュレーションを行うシミュレーション方法であって、シミュレーションで収束解が得られなかった場合に、前記データベースを参照し、シミュレーション・モデルを構成するパラメータのうち、シミュレーション結果に対する感度の最も大きいパラメータを制動因子として選択するステップと、前記選択された制動因子に、1より小さい制動係数を掛けて、再度シミュレーションを実行するステップと、再度収束解が得られなかった場合には、前記制動係数を所定の下限値に達するまで徐々に小さくしながらシミュレーションを繰り返すステップと、収束解が得られた場合には、前記制動係数を1になるまで徐々に大きくしながらシミュレーションを繰り返すステップと、前記制動係数が前記下限値に達しても収束解が得られなかった場合には、前記データベースを参照して、シミュレーション結果に対する感度が次に大きいパラメータを制動因子として選択するステップと、を備え、収束解が得られるまで、前記データベースを参照して感度の大きい順に制動因子を順に選択してシミュレーションを繰り返す。

【0012】ここで、制動係数とは、反復計算途中で変化が大きく計算の収束性を悪化させる物理量、または値そのものが大きくて、他の物理量への影響が大きな物理量に掛ける係数をいう。すなわち、まずは結果の正しさよりも計算を安定させることを優先して制動係数を1以下の値として、問題となる物理量の値を小さくして、その物理量が他に与える影響を小さくする。そして、計算が安定したら、次第に制動係数を1に近づけていく。

### 【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るシミュレーション方法、シミュレーション・システムおよびシミュレーション・プログラムを記録した記録媒体について、図面を参照しながら具体的に説明する。

【0014】図1は本発明に係るシミュレーション・システムの概略構成を示すブロック図である。図1のシミュレーション・システムは、サーバサイト1と、ユーザサイト2と、TCAD (Technology Computer Aided Design) 部3とをネットワーク10を介して接続したものである。ネットワーク10は、有線でも無線でもよく、また、電話回線等の公衆回線でも、専用回線でもよい。また、TCAD部3をサーバサイト1またはユーザサイト2の内部に設けてもよい。

【0015】サーバサイト1の内部には、他のサイトから読み書き可能な共有DB(データベース)4が設けられており、共有DB4への読み書き制御は、DB制御プログラム11により行われる。

【0016】ユーザサイト2の内部には、他のサイトからの読み出しが可能であるが、書き込みは自サイトのみが行える公開DB5と、読み出しも書き込みも自サイト

のみ可能な非公開DB6とが設けられており、公開DB5と非公開DB6への読み書き制御は、DB制御プログラム12により行われる。

【0017】図1では、サーバサイト1に共有DB4を設け、ユーザサイト2に公開DB5と非公開DB6を設ける例を説明したが、これら3種類のDBを一つのサイトにまとめて設けてもよい。

【0018】次に、DBへの制御因子リストの登録について説明する。図2は本実施形態におけるDB登録の流れを示す概念図である。まず、ユーザから、N個の制御因子の抽出要求とシミュレーション条件がネットワーク10を介してTCAD部3に対して送られる。ここで、制御因子の個数は、例えば実験計画法やその発展型である田口メソッドなどを用いた実測値のフィッティング手段によって決まる。例えば田口メソッドでは、8個程度の制御因子を必要とする。

【0019】TCAD部3では、まず、全物理モデルについて感度解析を行う(ステップS1)。感度解析の実体は、物理モデルを順次揺らがせるスケジュールテーブルとそのテーブルを順次参照するシミュレーション部からなる。スケジュールテーブルからは、ユーザが入力したシミュレーション条件から明らかに無関係な物理モデルは除かれる。例えば、エネルギー保存式を解かない条件の場合、エネルギー緩和時間のモデルは除かれる。

【0020】次いで、感度解析の結果から物理モデルを強度順に並べる(ステップS2)。次いで、最強感度のモデルを選択する(ステップS3)。次いで、選択されたモデルに関して、そのモデルを構成する全パラメータについて感度解析が行われたことがあるか否かを判定する(ステップS4)。感度解析が行われたことがなければ、選択モデルの全パラメータについて感度解析を行う(ステップS5)。

【0021】ステップS5の処理が終わった場合、あるいはステップS4で感度解析が行われないと判定された場合、最強感度のパラメータを制御因子リストに追加する(ステップS6)。次いで、最強感度のパラメータを除去(ステップS7)した後、制御因子リストのパラメータ数がユーザが指定したN個に達したか否かを判定する(ステップS8)。N個に達していないければ、物理モデルを強度順に並べる処理(ステップS2)に戻る。

【0022】図3は感度解析の処理動作を示す概念図である。図3では、絶縁ゲート型電界効果トランジスタ(MOSFET)のドレイン電流Idについて、制御因子を抽出する例を示しており、移動度 $\mu$ のモデルを記号A、エネルギー緩和時間 $\tau_w$ を記号B、トラップ電荷密度 $N_t$ を記号Cで表している。

【0023】まず、これらのモデルについて、その値全体を微小量変動させてデバイス・シミュレーションを実行し、Idを大きく変動させる順に各モデルを並べ(図3(a))、Idを最も大きく変動させるモデルを選択

する。図3(a)は、モデルAの寄与が最大である例を示している。

【0024】ついで、モデルAを構成する全パラメータを微小変動させてデバイス・シミュレーションを実行し、寄与が最大であるパラメータa1を制御因子リストに加える。これで、制御因子が一つ決定した。

【0025】次いで、モデルAの感度強度からa1の成分を除き、再度Idを大きく変動させる順に各モデルを並べ、Idを最も大きく変動させるモデルを選択する

(図3(b))。図3(b)に示すように、再びモデルAの寄与が最大である。そこで、モデルAを構成するa1以外のパラメータの中で、寄与が最大であるパラメータa2を制御因子リストに加える(図4のステップS15)。

【0026】次いで、モデルAの感度強度からa2の成分を除き、再度Idを大きく変動させる順に並べ、Idを最も大きく変動させるモデルを選択する(図3

(c))。今度は、モデルBの寄与が最大である。そこで、モデルBを構成する全パラメータを微小変動させてデバイス・シミュレーションを実行し、寄与が最大であるパラメータb1を制御因子リストに加える。

【0027】次いで、モデルBの感度強度からb1の成分を除き、再度Idを大きく変動させる順に並べ、Idを最も大きく変動させるモデルを選択する(図3

(d))。今度は、モデルCの寄与が最大である。そこで、モデルCを構成する全パラメータを微小変動させてデバイス・シミュレーションを実行し、寄与が最大であるパラメータ1を制御因子リストに加える(図3

(e))。以上のような処理を、ユーザが指定した制御因子の個数に達するまで繰り返す。

【0028】図4は本実施形態におけるDB参照の手順を示す概念図である。ユーザからシミュレーションの要求がTCAD部3に送られると、TCAD部3はシミュレーションを行う(ステップS21)。次に、収束解が得られたか否かを判定し(ステップS22)、収束解が得られなければパラメータ制動制御を行う(ステップS23)。

【0029】ステップS23では、図1において説明したDBを参照し、特性に影響を与えるパラメータを順に選択して制動因子として用いる。すなわち、まず最も特性に影響を与えるパラメータを参照して、後述する制動制御を行い、シミュレーションを実行する。また、収束解が得られなければ、次に特性に影響を与えるパラメータを参照して、再度制動制御を行い、シミュレーションを実行する。以上の処理を、収束解が得られるまで繰り返し、収束解が得られれば、シミュレーション結果を出力する(ステップS24)。

【0030】図5は制動制御の一例を示す図であり、シリコン酸化膜SiO<sub>2</sub>内部にトラップ電荷N<sub>T</sub>が存在する場合のシミュレーションの例を示している。制動因子とし

てN<sub>T</sub>を用いる。横軸は、シミュレーションの反復回数、縦軸はポテンシャルの変動量である。制動係数をαとする。まず、α=1、すなわち制動を加えない状態でシミュレーションを実行する。

【0031】図5に示すように、5~6回程度の反復回数で収束解が得られる見込みが無いと判断される。具体的には、ポテンシャルと同時に計算が行われている電子や正孔の値の収束状況も含めて、収束解が得られる状態か否かを判断する。

【0032】従来技術では、この時点でシミュレーションそのものが強制終了していたが、本実施形態では、αを半分のα=0.5として再度シミュレーションを実行する。また、収束解が得られなければαを再度半分にしてシミュレーションを実行する。収束解が得られるまでこの処理を繰り返す。収束解が得られた時点で、その解を初期値としてαを順次大きくしていき、最終的にはα=1となるまで、シミュレーションを繰り返す。

【0033】ここで示したようにトラップ電荷密度N<sub>T</sub>に対して制動処理を行っても収束解が得られなければ、例えばα=0.01となつても収束解が得られなければ、DBを参照して他のパラメータを制動因子として用いる。

【0034】図6は本実施形態によって構築されたシステムをパッケージ・ソフトウェアとして構成した場合のDB登録の概念図である。ユーザがTCAD部3に制御因子抽出要求を出した後、抽出した制御因子のリストは複数種類のDBに登録可能である。すなわち、ユーザは、ユーザサイト2の公開DB5および非公開DB6と、サーバサイト1の共有DB4への登録を選択できる。公開DB5は、ユーザサイト2独自の制御因子からなるDBではあるが、他のサイトからも参照可能である。非公開DB6は、他のサイトからは参照不可能で、機密度の高い制御因子リストを主に登録する。共有DB4は、すべてのサイトで共有可能な制御因子のリストを主に登録する。

【0035】一方、図7は本実施形態によって構築されたシステムをパッケージ・ソフトウェアとして構成した場合のDB参照の概念図である。ユーザがTCAD部3にシミュレーションの要求を出した後、収束解が得られなかった場合に、制御因子を参照するDBの優先順位を指定できる。例えば、自サイトのDBに十分な蓄積があれば、非公開DB6を優先して参照する。それで、収束解が得られなければ、自サイトと比較的似た製品開発をしている他サイトの公開DB5を参照する。それでも収束しなければ、すべてのサイトの事例を反映している共有DB4を参照する。一方、自サイトのDBの蓄積が十分でなければ、共有DB4や他サイトの公開DB5を優先して参照する。

【0036】図8は本発明によって構築されたシステムをASP(Application Service Provider)として構築した例を示す図である。すべてのDBとTCAD部3は

サーバサイト<sub>1</sub>に存在し、ユーザは、ネットワーク<sub>10</sub>を介して制御因子リストやシミュレーション結果を得るだけである。ユーザは、サーバサイト<sub>1</sub>の運営者に対して利用料金を支払う。あるいは、各ユーザの公開DB<sub>5</sub>、各ユーザの非公開DB<sub>6</sub>、T C A D部の少なくとも一つを購入して、ユーザサイト<sub>2</sub>に設置してもよい。その場合、サーバサイト<sub>1</sub>に支払う利用料金を低減できる。

【0037】DBの登録数と参照数のバランスは、例えば課金方法で確保される。DB登録時には、共有DB<sub>4</sub> < 公開DB<sub>5</sub> < 非公開DB<sub>6</sub>の順に登録課金を高くする。DB参照時には、逆に、非公開DB<sub>6</sub> < 公開DB<sub>5</sub> < 共有DB<sub>4</sub>の順に参照課金を高くする。すなわち、情報を公開するほど安くつき、公開情報を参照するほど高くなつゝ、という重み付けをすれば、DBの登録数と参照数のバランスが、確保される。

【0038】DB登録と参照の課金方法は、DBがユーザサイト<sub>2</sub>にある場合、例えばインターネット経由での各DBへの登録と参照回数に応じて課金してもよい。または、各DBの登録と参照機能を、共有DB<sub>4</sub>、公開DB<sub>5</sub>、非公開DB<sub>6</sub>とに分けて、それぞれに利用のライセンス期間を設け、ライセンス更新時に上記の重み付けをしてもよい。または、各DBの登録と参照機能の保守費やバージョンアップ費用に上記の重み付けをしてもよい。

【0039】図9はDBの構造の一例を示す図である。図9のDBは、すべての制御因子リストの順位の全平均値と各製品毎の各特性の制御因子リストの順位の平均値からなる。単純には、シミュレーションが収束しない場合に全平均を参照して、感度の高い順に登録されたパラメータを制動因子として参照する。しかしながら、製品毎および目標とする特性ごとに構成されたDBの方が制動因子として確度が高い。

【0040】そこで、製品名と目標とする特性といったキーワードによって、各製品と各特性毎のDBを参照できる構造にてもよい。各製品と各特性毎のDBの方が情報としての鍊度が高いので、キーワード別の制御因子の登録時の料金を全平均よりも安く、参照時の料金を全平均よりも高くしてもよい。

【0041】なお、本発明は半導体のデバイス・シミュレーションに限るものではなく、パラメータ調整可能なシミュレーション・システムであれば、適応可能である。

【0042】上述した実施形態で説明した機能を実現するシミュレーションプログラムを、フロッピー（登録商標）ディスクやCD-ROM等の記録媒体に収納し、コンピュータに読み込ませて実行させてもよい。記録媒体は、磁気ディスクや光ディスク等の携帯可能なものに限

定されず、ハードディスク装置やメモリなどの固定型の記録媒体でもよい。また、この種のシミュレーションプログラムを、インターネット等の通信回線（無線通信も含む）を介して頒布してもよい。さらに、この種のシミュレーションプログラムを暗号化したり、変調をかけたり、圧縮した状態で、インターネット等の有線回線や無線回線を介して、あるいは記録媒体に収納して頒布してもよい。

#### 【0043】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によれば、過去のシミュレーションによって得られた制御因子リストを参照してシミュレーションを行うため、シミュレーションの収束解が得られる確度が高まり、仮想試作等を前提とした設計や不良解析を効率化でき、製品の早期市場投入を効果的に支援することができる。

【0044】また、ネットワークを介して制御因子リストの登録とその参照を行えるようにしたため、種々の条件で行ったシミュレーションの履歴を有効に活用して新たなシミュレーションを行うことができ、シミュレーションの精度を高めることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るシミュレーション・システムの概略構成を示すブロック図。

【図2】本実施形態におけるDB登録の流れを示す概念図。

【図3】感度解析の処理動作を示す概念図。

【図4】本実施形態におけるDB参照の手順を示す概念図。

【図5】制動制御の一例を示す図。

【図6】本実施形態によって構築されたシステムをパッケージ・ソフトウェアとして構成した場合のDB登録の概念図。

【図7】本実施形態によって構築されたシステムをパッケージ・ソフトウェアとして構成した場合のDB参照の概念図。

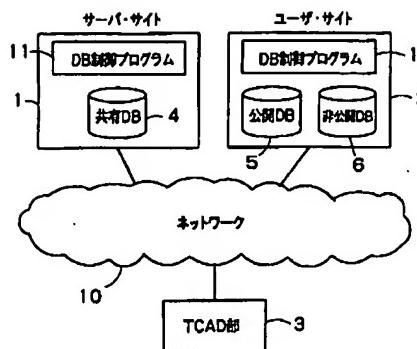
【図8】本発明によって構築されたシステムをA S Pとして構築した例を示す図。

【図9】DBの構造の一例を示す図。

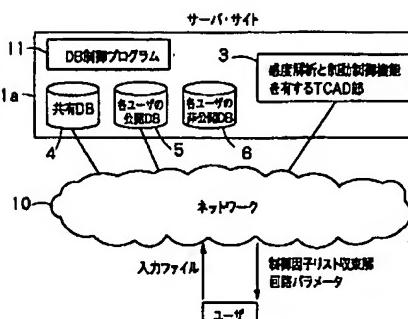
#### 【符号の説明】

- 1 サーバサイト
- 2 ユーザサイト
- 3 T C A D部
- 4 共有DB（データベース）
- 5 公開DB
- 6 非公開DB
- 10 ネットワーク

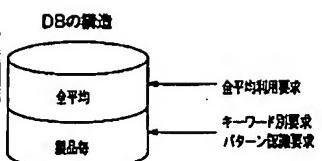
【図 1】



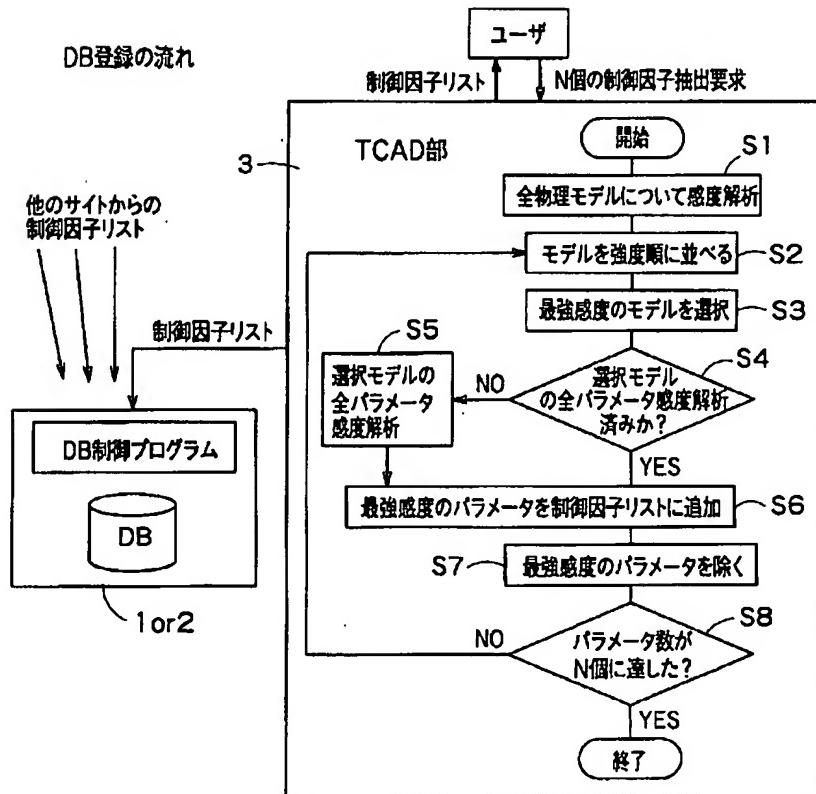
【図 8】



【図 9】

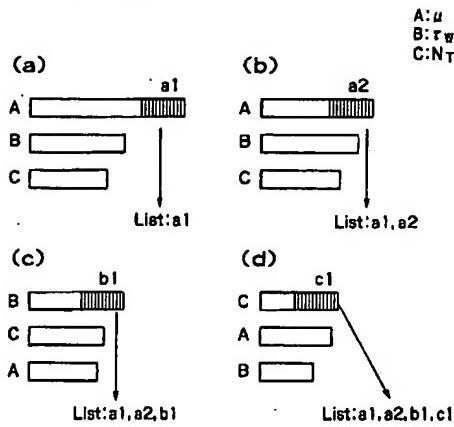


【図 2】



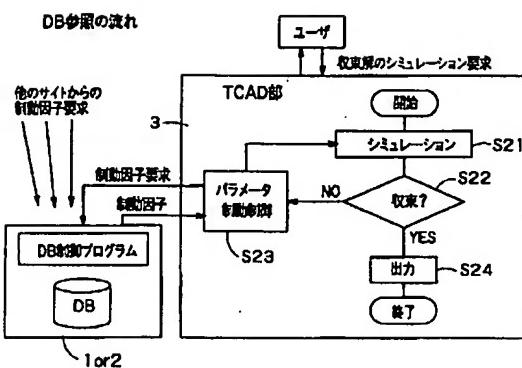
【図3】

$$\Delta I_d = \frac{\partial I_d}{\partial \mu} \Delta \mu + \frac{\partial I_d}{\partial r_w} \Delta r_w + \frac{\partial I_d}{\partial N_T} \Delta N_T + \dots$$

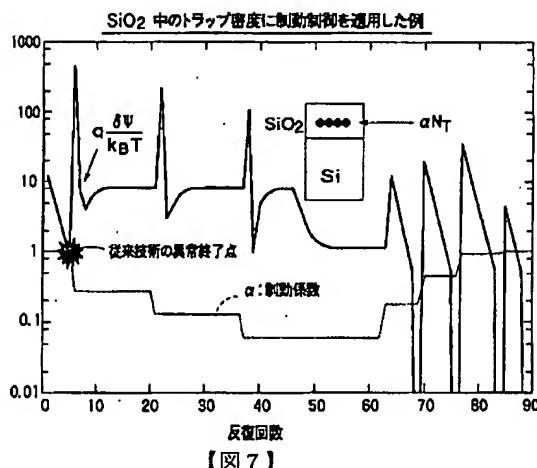


【図3】

【図4】



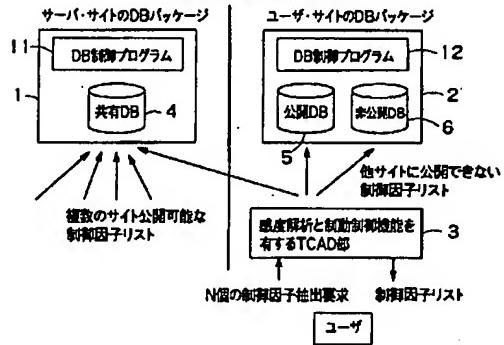
【図4】



【図5】

パッケージ・ソフトウェアとして捉えた場合の制御因子リスト登録の流れ

ユーザは登録するDBを指定できる



パッケージ・ソフトウェアとして捉えた場合の制御因子リスト参照の流れ

ユーザは使用するDBの優先順位を指定できる

